

SEMICONDUCTOR LASER AND SEMICONDUCTOR LASER EXCITING SOLID STATE LASER

Publication number: JP10284805

Publication date: 1998-10-23

Inventor: MIYAJIMA HIROBUMI; KANZAKI TAKESHI; SUGA HIROBUMI

Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK

Classification:

- International: H01S3/094; H01S5/00; H01S3/094; H01S5/00; (IPC1-7): H01S3/18; H01S3/094

- european:

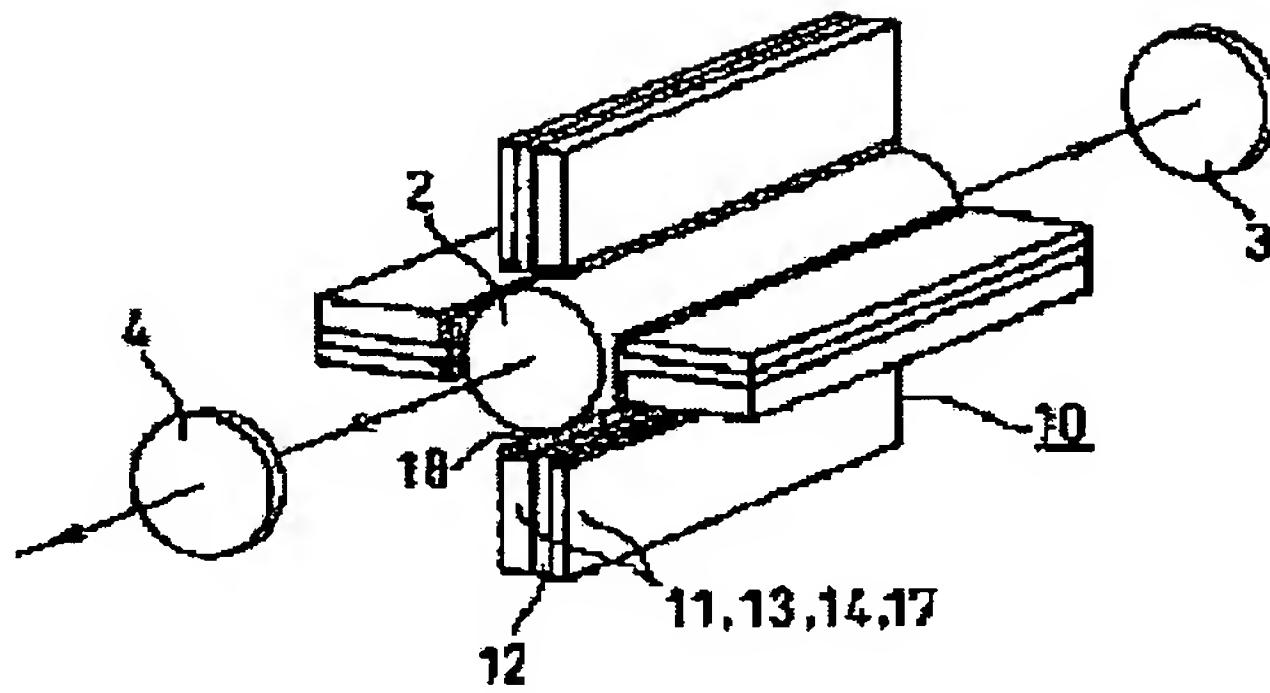
Application number: JP19970091097 19970409

Priority number(s): JP19970091097 19970409

[Report a data error here](#)

Abstract of JP10284805

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser exciting solid state laser and a semiconductor laser which is an exciting light source, with which the light emitted from the semiconductor laser can be used with efficiency and high output laser light can be generated. **SOLUTION:** A semiconductor laser exciting solid state laser device comprises multiple semiconductor laser arrays 10, a laser medium 2, a total reflection mirror 3 and a reflection mirror 4 at output. The laser medium is in the form of a slim cylinder. The multiple semiconductor laser arrays 10 are placed around and near the laser medium 2. Each of the semiconductor laser arrays 10 is covered with a reflective film 18 except an active area 12 at its light output end. Exciting light leaked out through the side of the laser medium 2 is reflected by the reflective film 18, is incident again on the laser medium 2 and is used for exciting the solid state laser.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-284805

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51)Int.Cl.⁶H 01 S 3/18
3/094

識別記号

F I

H 01 S 3/18
3/094

S

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-91097

(22)出願日 平成9年(1997)4月9日

(71)出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72)発明者 宮島 博文

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 神崎 武司

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 菅 博文

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

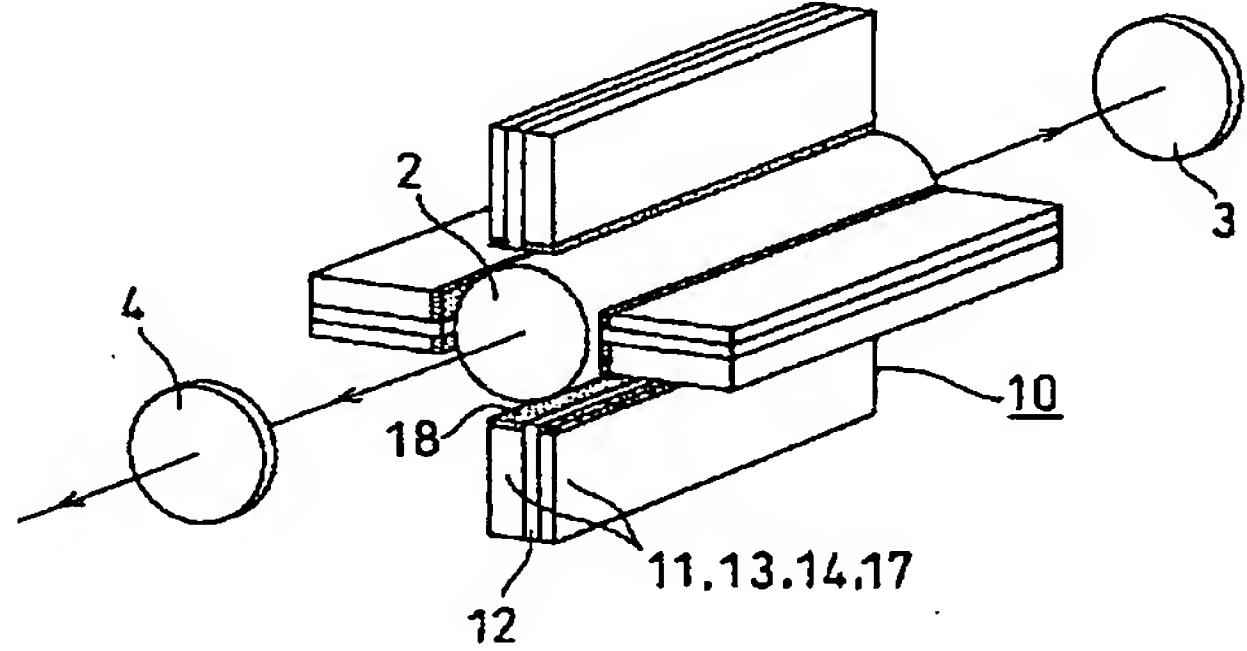
(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54)【発明の名称】半導体レーザ及び半導体レーザ励起固体レーザ装置

(57)【要約】

【課題】 励起光源である半導体レーザから発せられた光を効率良く利用し、高出力のレーザ光を出力することが可能な半導体レーザ励起固体レーザ装置及びその励起光源である半導体レーザを提供する。

【解決手段】 半導体レーザ励起固体レーザ装置は、複数の半導体レーザアレイ10、レーザ媒質2、全反射鏡3、出力側反射鏡4とから構成されている。レーザ媒質2は、細長い円柱の形状をしており、レーザ媒質2の周囲には複数個の半導体レーザアレイ10がレーザ媒質2に近接して設置されている。各半導体レーザアレイ10の光出力端面の、活性領域12以外の部分は反射膜18で覆われている。レーザ媒質2の側面から外部に出てしまつた励起光は、反射膜18によって反射され、再度レーザ媒質2内に入射し、固体レーザの励起に用いられる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光出力端面内の光出射部から光を発する半導体レーザにおいて、

光出力端面内の光出射部の周辺に、光の出射方向と反対方向から入射する光を反射する反射膜を形成したことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 2】 半導体レーザに隣接設置された放熱板をさらに備え、前記放熱板の面の内、半導体レーザの前記光出力端面に隣接する面に、光の出射方向と反対方向から入射する光を反射する反射膜を形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ。

【請求項 3】 光出力端面内の光出射部から光を発する半導体レーザアレイにおいて、

光出力端面内の光出射部の周辺に、光の出射方向と反対方向から入射する光を反射する反射膜を形成したことを特徴とする半導体レーザアレイ。

【請求項 4】 半導体レーザアレイに隣接設置された放熱板をさらに備え、前記放熱板の面の内、半導体レーザアレイの前記光出力端面に隣接する面に、光の出射方向と反対方向から入射する光を反射する反射膜を形成したことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザアレイ。

【請求項 5】 レーザ媒質の周囲に、請求項 1 から請求項 4 に記載の半導体レーザあるいは半導体レーザアレイのいずれかを少なくとも 1 つ以上配置したことを特徴とする半導体レーザ励起固体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体レーザ及び半導体レーザ励起固体レーザ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 固体レーザ装置は、高効率、長寿命、小型化が図れることから、最近ではよく利用されている。中でも、固体レーザの励起光源として半導体レーザを用いる半導体レーザ励起固体レーザ装置は、上記に示した固体レーザ装置の特徴に加えて、レーザ光が高品位である、レーザ媒質の吸収特性に合わせた最適な励起波長の光を照射できる、などといった理由で特に注目されている。

【0003】 励起光源として用いられる半導体レーザは主に、クラッド層、活性領域、基板および電極とから構成されている。活性領域は、P型半導体とN型半導体のそれぞれからなる2つのクラッド層の間に挟まれて基板上に設置されており、2つのクラッド層間に順方向電圧をかけることにより、活性領域に光が発生する。光出力端面とその反対側の面はへき開面になっており、活性領域で発生した光はへき開面で反射し、増幅される。増幅された光は、光出射部からレーザ光として外部に出力される。固体レーザの励起光源として用いられる半導体レーザは、高出力が要求されるため、半導体レーザアレイ

を用いることが多い。

【0004】 半導体レーザ励起固体レーザ装置は、その励起方式により端面励起方式、側面励起方式の大きく2種類に分けられる。端面励起方式は励起効率は良いが、端面に配置できる半導体レーザあるいは半導体レーザアレイの数に制限がある。そのため現在では、レーザ媒質の側面、つまりレーザ媒質の長手方向に多数の半導体レーザあるいは半導体レーザアレイを配置して大出力を図る側面励起方式が主に用いられている。

10 【0005】 半導体レーザ励起固体レーザ装置は主に、レーザを励起させる複数の半導体レーザアレイ、光を発するレーザ媒質、全反射鏡、出力側反射鏡とから構成されている。レーザ媒質は、半導体レーザアレイから出射された励起光により励起され、光を発する。発生した光は、全反射鏡と出力側反射鏡との間で増幅され、出力側反射鏡を通して外部に出力される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 半導体レーザを励起光源として用いることにより、高出力の固体レーザ装置を構成することができるようになった。さらに、レーザ媒質の側面に多数の半導体レーザあるいは半導体レーザアレイを配置することにより、固体レーザ装置の出力を飛躍的に大きくすることが可能となった。

【0007】 しかし、励起光源である半導体レーザから出射された励起光の固体レーザ励起効率は、通常7～8割程度である。従って、励起光源である半導体レーザは、固体レーザの励起に必要な量以上のレーザ光をレーザ媒質に投射する必要があり、非常に効率が悪い。

30 【0008】 そこで、本発明は、励起光源である半導体レーザから発せられた光を、固体レーザの励起に効率良く利用し、高出力のレーザ光を出力することが可能な半導体レーザ励起固体レーザ装置、及びその励起光源である半導体レーザを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明の半導体レーザは、光出力端面内の光出射部の周辺に、光の出射方向と反対方向から入射する光を反射する反射膜を形成したことを特徴としている。

40 【0010】 光出力端面内の光出射部の周辺に形成された反射膜によって、固体レーザ装置のレーザ媒質の側面から外部に出てきた光は反射し、再度レーザ媒質の中に入射する。その結果、半導体レーザから出射された光は、効率良く固体レーザの励起に用いられる。

【0011】 本発明の半導体レーザは、半導体レーザに隣接設置された放熱板をさらに備え、放熱板の面の内、半導体レーザの光出力端面に隣接する面に、光の出射方向と反対方向から入射する光を反射する反射膜を形成したことを特徴としても良い。

50 【0012】 光出力端面に隣接する面に反射膜が形成されている放熱板を、さらに備えたことにより、放熱板に

形成された反射膜によっても、固体レーザ装置のレーザ媒質の側面から外部に出てきた光は反射し、再度レーザ媒質の中に入射する。その結果、半導体レーザから出射された光は、より効率良く固体レーザの励起に用いられる。

【0013】また、本発明の半導体レーザアレイは、光出力端面内の光出射部の周辺に、光の出射方向と反対方向から入射する光を反射する反射膜を形成したことを特徴としている。

【0014】光出力端面内の光出射部の周辺に形成された反射膜によって、固体レーザ装置のレーザ媒質の側面から外部に出てきた光は反射し、再度レーザ媒質の中に入射する。その結果、半導体レーザアレイから出射された光は、効率良く固体レーザの励起に用いられる。

【0015】本発明の半導体レーザアレイは、半導体レーザアレイに隣接設置された放熱板をさらに備え、放熱板の面の内、半導体レーザアレイの光出力端面に隣接する面に、光の出射方向と反対方向から入射する光を反射する反射膜を形成したことを特徴としても良い。

【0016】光出力端面に隣接する面に反射膜が形成されている放熱板を、さらに備えたことにより、放熱板に形成された反射膜によっても、固体レーザ装置のレーザ媒質の側面から外部に出てきた光は反射し、再度レーザ媒質の中に入射する。その結果、半導体レーザアレイから出射された光は、より効率良く固体レーザの励起に用いられる。

【0017】また、本発明の半導体レーザ励起固体レーザ装置は、レーザ媒質の周囲に、請求項1から請求項4に記載の半導体レーザあるいは半導体レーザアレイのいずれかを少なくとも1つ以上配置したことを特徴としている。

【0018】上記のように配置することにより、固体レーザのレーザ媒質の側面から外部に出てきた光は半導体レーザあるいは半導体レーザアレイの反射膜によって反射し、再度レーザ媒質の中に入射する。その結果、半導体レーザあるいは半導体レーザアレイから出射された光は、効率良く固体レーザの励起に用いられる。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態にかかる半導体レーザ及び半導体レーザ励起固体レーザについて、図面を参照して説明する。

【0020】まず、本発明の実施形態にかかる半導体レーザの構成について説明する。図3は、本実施形態にかかる半導体レーザの構成図である。半導体レーザ1は主に、クラッド層11、活性領域12、基板13、電極14及び反射膜18とから構成されている。活性領域12は、P型半導体とN型半導体のそれぞれからなる2つのクラッド層11の間に挟まれて基板13上設置されている。上側のクラッド層11の上部および基板13の下部には電極14が設置されており、クラッド層間に電界を

かけられるようになっている。光出力端面の活性領域12以外の部分、つまりクラッド層11、基板13および電極14は反射膜18で覆われており、半導体レーザ1の光出射方向と反対方向から入射した光を、反射できるようになっている。この反射膜18は、例えば、Al₂O₃、SiO₂など屈折率の小さい材質からなり、厚さがλ/4n（λは出力波長、nは屈折率）である層と、α-Siなどの屈折率の大きい材質からなり、厚さがλ/4nである層とを交互に複数積層し、全体として光反射率が大きくなるように形成されている。また、活性領域12の部分は、従来通りにへき開面15を形成する、例えばAl₂O₃、SiO₂などの屈折率の小さい材質からなり、厚さがλ/4nである膜が形成されており、光出射部16から効果的にレーザ光を外部に出力できるようになっている。

【0021】また、本実施形態の半導体レーザ1は、放熱板17上に設置されていても良い。その場合は、放熱板17の面の内、光出力端面に隣接する面も、反射膜18で覆われていることが望ましい。

【0022】また、本発明の実施形態にかかる半導体レーザアレイは、図4に示すような構成となっている。半導体レーザアレイ10は、クラッド層11、活性領域12、基板13、電極14及び反射膜18とから主に構成されており、放熱板17上に設置されている。光出力端面の活性領域12以外の部分、つまりクラッド層11、基板13、電極14、及び放熱板17の面の内、光出力端面に隣接する面（以降放熱板17の反射面とする）は反射膜18で覆われている。また、活性領域12の部分は、従来通りにへき開面15を形成する光反射率の小さい膜が形成されており、光出射部16から効果的にレーザ光を外部に出力できるようになっている。

【0023】続いて、本発明の第1の実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置について説明する。本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置は、レーザ光を発生させる装置である。

【0024】まず、本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の構成について説明する。図1は本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の構成図である。半導体レーザ励起固体レーザ装置は主に、レーザ励起用光源である半導体レーザアレイ10、光を発するレーザ媒質2、全反射鏡3、出力側反射鏡4とから構成されている。

【0025】レーザ媒質2は、側面に半導体レーザアレイ10を複数個並べて配置できるように、細長い円柱の形状をしている。

【0026】レーザ媒質2の周囲には複数個の半導体レーザアレイ10がレーザ媒質2に近接して設置されており、レーザ媒質2に対して周囲から励起光を投射することができるようになっている。また、各半導体レーザアレイ10の光出力端面内の、活性領域12以外の部分、

つまりクラッド層11、基板13、電極14、及び放熱板17の反射面は反射膜18で覆われている。

【0027】レーザ媒質2のレーザ光出射面の前方（レーザ光出力方向）には出力側反射鏡4が、レーザ媒質2の後方には全反射ミラー3が設置されている。

【0028】次に、本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の作用について説明する。半導体レーザアレイ10から投射された励起光は、レーザ媒質2に入射する。レーザ媒質2に励起光が入射すると、その励起光によりレーザ媒質2が発光する。レーザ媒質2内で発生した光は、全反射鏡3と出力側反射鏡4との間で反射を繰り返し、増幅される。増幅された光は、レーザ光として、出力側反射鏡4を通して外部に出力される。

【0029】ところが、励起光源である半導体レーザアレイ10から投射され、レーザ媒質2に入射した光のすべてが固体レーザの励起に用いられるわけではない。つまり、励起光源である半導体レーザアレイ10から投射され、レーザ媒質2に入射した光の約2～3割程度はレーザ媒質2の側面から外部に出ていってしまう。しかし、側面から外部に出ていった光のうち、各半導体レーザアレイ10の活性領域12以外の部分、つまりクラッド層11、基板13、電極14、及び放熱板17の反射面に入射した光、換言すると、反射膜18で覆われている部分に入射した光は、反射膜18によって反射し、再度レーザ媒質2内に入射する。よって、レーザ媒質2の外部に出来てしまった光が、再度固体レーザの励起に用いられることになる。

【0030】さらに、本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の効果について説明する。レーザ媒質2に対向した半導体レーザアレイ10の活性領域12部分とそれ以外の部分との面積比は1：40～1：200にもなる。よって半導体レーザアレイ10によってレーザ媒質2の周囲を覆うことによって、レーザ媒質2の周囲のほぼ100%が反射膜18で覆われることになる。その結果、レーザ媒質2の側面から外部に出てきた光のほぼ全てを、再度レーザ媒質2内に入射させることができ、効率の良い固体レーザ励起が可能となる。

【0031】レーザ媒質2の側面から外部に出てきた光を、再度レーザ媒質2の内部に入射させる手段として、レーザ媒質2の周囲を反射膜で覆う、レーザ媒質2の周囲に近接設置された各半導体レーザアレイ10の間隙に反射鏡を配置する、などの方法も考えられる。しかし、前者は、レーザ媒質2の周囲が反射膜で覆われていることにより、励起光のレーザ媒質2への入射効率が悪くなり、後者は、レーザ媒質2の周囲に存在する反射面の面積が小さくなることにより、レーザ媒質2から外部に出てきた光の反射効率が悪くなる。従って、レーザ媒質2の側面から外部に出てきた光を、再度レーザ媒質2に入射させ、固体レーザの励起効率を上げるために、本実施形態の様な構成が最適であると考えられる。

【0032】続いて、本発明の第2の実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置について説明する。本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置は、レーザ光を増幅する装置である。

【0033】まず、本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の構成について説明する。図2は、本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の構成図である。本実施形態の半導体レーザ励起固体レーザ装置は主に、レーザを励起させる複数の半導体レーザアレイ10、光を発するレーザ媒質2、入射側反射鏡5、出射側反射鏡6とから構成されている。

【0034】レーザ媒質2は、側面に半導体レーザアレイ10を複数個並べて配置できるように、細長い直方体の形状をしている。

【0035】レーザ媒質2の周囲には複数個（通常は50～100個）の半導体レーザアレイ10がレーザ媒質2に近接して設置されており、レーザ媒質2に対して両側から励起光を投射することができるようになっている。また、各半導体レーザアレイ10の光出力端面の活性領域12以外の部分、つまりクラッド層11、基板13、電極14、及び放熱板17の反射面は、反射膜18で覆われている。

【0036】次に、本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の作用について説明する。入射側反射鏡5を通してレーザ媒質2に入射したレーザ光は、半導体レーザアレイ10から投射された励起光によりレーザ媒質2内で増幅される。増幅された光は、出射側反射鏡6を通して、外部に出力される。

【0037】レーザ媒質2の側面から外部に出ていった一部の励起光は、反射膜18によって反射してレーザ媒質2内に入射し、再度固体レーザ装置の励起に用いられる。

【0038】さらに、本実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の効果について説明する。本実施形態の半導体レーザ励起固体レーザにおいても第1の実施形態と同様に、レーザ媒質2の側面から外部に出てしまった光は、ほぼ100%が再度レーザ媒質2内に入射し、固体レーザの励起に用いられる。その結果、効率の良い固体レーザの増幅が可能となる。

【0039】上記第1の実施形態及び第2の実施形態の半導体レーザアレイ10においては、活性領域12以外の部分、つまりクラッド層11、基板13、電極14、及び放熱板17の反射面を反射膜18で覆ったが、光出射部16以外の活性領域11をさらに反射膜18で覆つても良い。光出射部16以外の活性領域11をさらに反射膜18で覆うことにより、反射膜18で覆われている部分の面積が大きくなり、より効果的である。

【0040】

【発明の効果】本発明の半導体レーザ及び半導体レーザ励起固体レーザ装置を用いることにより、半導体レーザ

あるいは半導体レーザアレイから出射された光を効率良く固体レーザの励起に用いることが可能となり、固体レーザから高出力のレーザ光を出力することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の構成図である。

【図2】本発明の第2の実施形態にかかる半導体レーザ励起固体レーザ装置の構成図である。

【図3】本発明の実施形態にかかる半導体レーザの構成 10

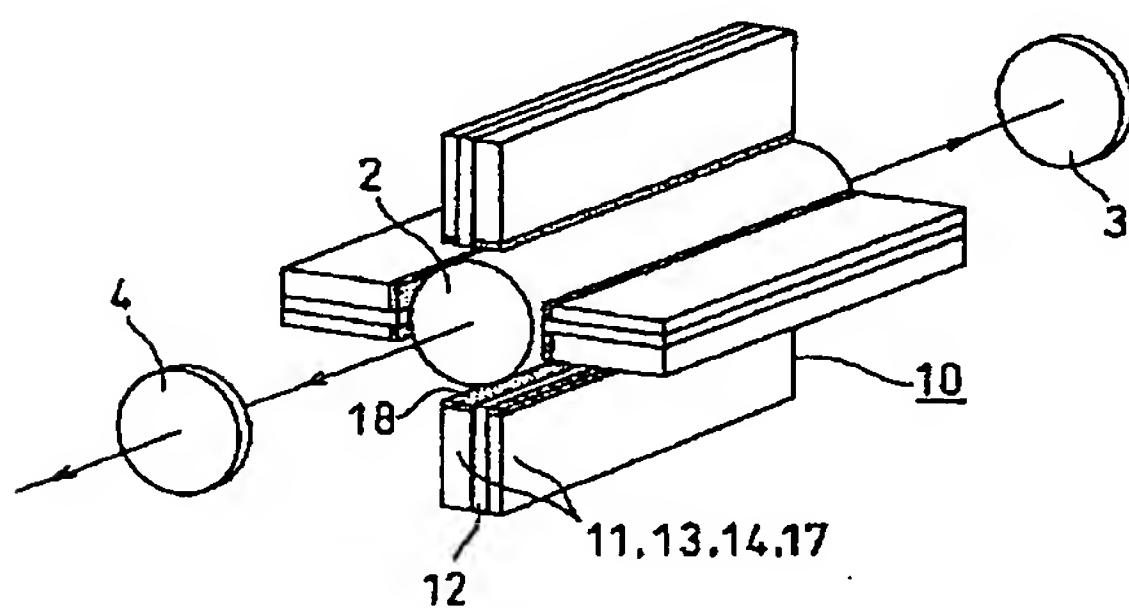
図である。

【図4】本発明の実施形態にかかる半導体レーザアレイの構成図である。

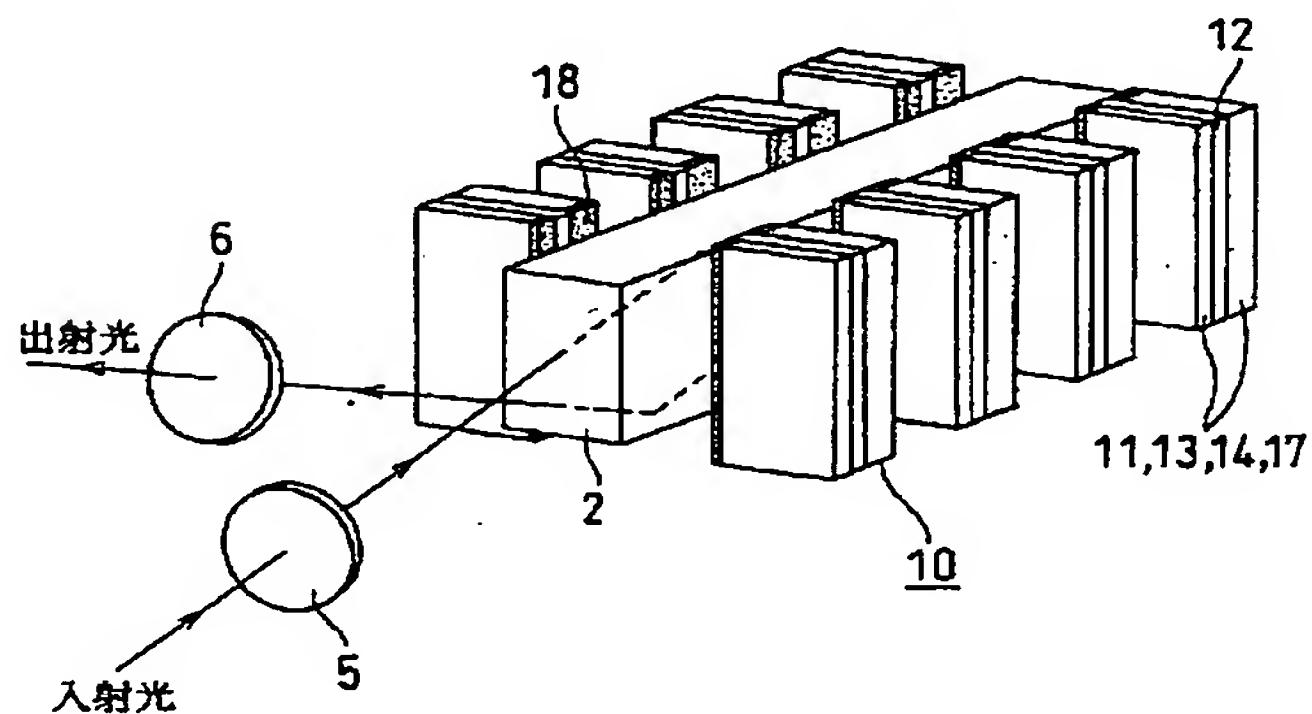
【符号の説明】

1…半導体レーザ、10…半導体レーザアレイ、11…クラッド層、12…活性領域、13…基板、14…電極、15…へき開面、16…光出射部、17…放熱板、18…反射膜、2…レーザ媒質、3…全反射鏡、4…出力側反射鏡、5…入射側反射鏡、6…出射側反射鏡

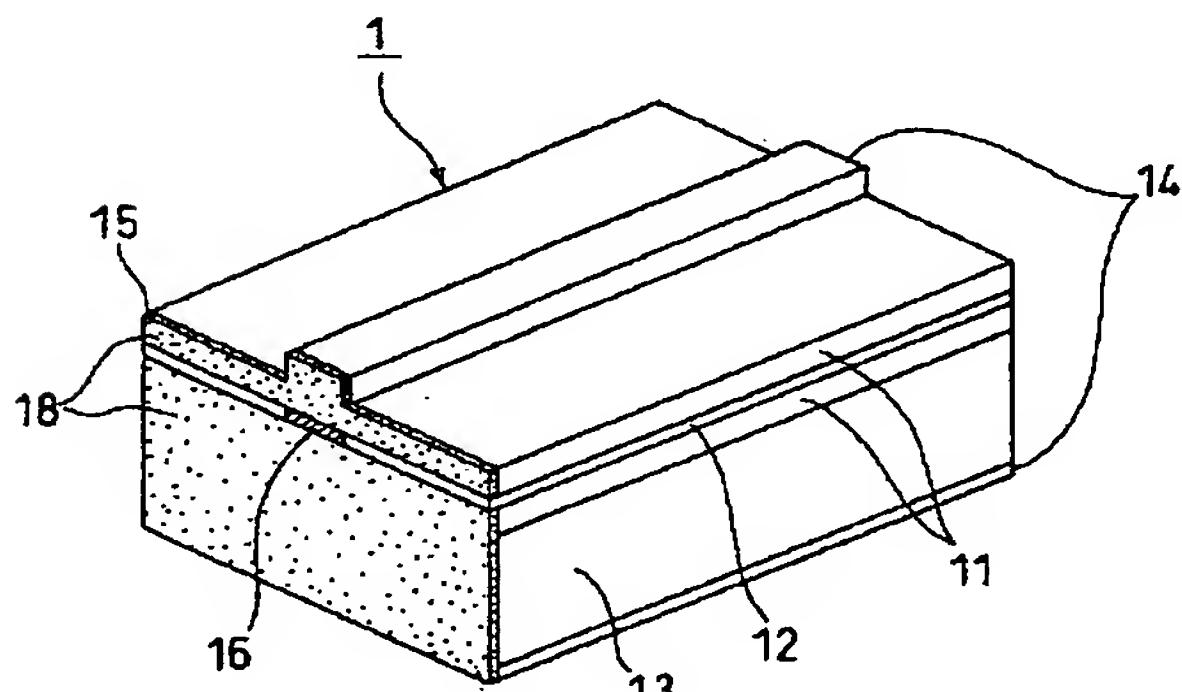
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

